

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Системы автоматизированного проектирования

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.23
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	6 семестр - 42 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	6 семестр - 12 часов;
Консультации	6 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 87,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Лабораторная работа Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сидорова Е.Ю.
	Идентификатор	R0dee6ce9-SidorovaYY-923dc6a8

Е.Ю. Сидорова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Андреева И.Н.
	Идентификатор	Rb5322c60-AndreevaIN-0472a135

И.Н. Андреева

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Топорков В.В.
	Идентификатор	Rc76a6458-ToporkovVV-1f71a135

В.В. Топорков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ теории автоматического управления для последующего использования на практике при решении задач проектирования, анализа и синтеза систем автоматического управления

Задачи дисциплины

- освоение основных принципов построения систем управления;
- изучение различных способов описания систем автоматического управления (САУ);
- освоение методов анализа и синтеза систем управления;
- знакомство с программными комплексами, предназначенными для моделирования и исследования систем автоматического управления.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-7 Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов	ИД-3опк-7 Демонстрирует знание основных методов управления в технических системах, способах получения и обработки информации о техническом состоянии цифровых электронных устройств и средств вычислительной техники	знать: - методы анализа и синтеза линейных систем автоматического управления; - основные положения теории управления, принципы и методы построения и преобразования моделей систем управления. уметь: - применять методы расчета систем управления при детерминированных воздействиях; - пользоваться программами, предназначенными для моделирования и исследования систем автоматического управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Системы автоматизированного проектирования (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Для освоения дисциплины необходимо знание алгебры и аналитической геометрии, математического анализа, электротехники

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основные понятия, цели и принципы автоматического управления	11	6	3	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 9-20 [2], стр. 5-35 [3], стр. 4-43	
1.1	Основные понятия, цели и принципы автоматического управления	11		3	2	-	-	-	-	-	-	6	-		
2	Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления	7		3	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к защите лабораторной работы № 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 21-31
2.1	Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления	7		3	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
3	Временные и частотные характеристики линейных непрерывных систем автоматического управления и их элементов	37		13	6	-	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе № 1 «Частотные характеристики минимально-фазовых систем автоматического управления» <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ №№ 2, 3 <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
3.1	Временные и частотные	37	13	6	-	-	-	-	-	-	-	18	-		

	характеристики линейных непрерывных систем автоматического управления и их элементов												[1], стр. 31-56 [2], стр. 54-108, 113-118 [4], 5-21
4	Структурные схемы линейных непрерывных систем автоматического управления и их преобразование	12	4	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к защите лабораторной работы № 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 56-66 [2], стр. 109-141
4.1	Структурные схемы линейных непрерывных систем автоматического управления и их преобразование	12	4	2	-	-	-	-	-	-	6	-	
5	Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления	25	13	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе № 2 «Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления» <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
5.1	Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления	25	13	-	-	-	-	-	-	-	12	-	[1], стр. 88-104, 112-113 [2], стр. 142-169
6	Анализ качества линейных непрерывных систем автоматического управления	10	4	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к защите лабораторной работы № 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
6.1	Анализ качества линейных непрерывных систем автоматического управления	10	4	2	-	-	-	-	-	-	4	-	[1], стр. 123-160 [2], стр. 181-208, 215-246
7	Синтез линейных	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение</u>

	непрерывных систем автоматического управления												<i>теоретического материала:</i> Изучение дополнительного материала по разделу "Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления"
7.1	Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<i>Изучение материалов литературных источников:</i> [1], стр. 161-209 [2], стр. 247-260
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	42	12	-	-	2	-	-	0.5	54	33.5	
	Итого за семестр	144.0	42	12	-	2	-	-	0.5		87.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные понятия, цели и принципы автоматического управления

1.1. Основные понятия, цели и принципы автоматического управления

Основные понятия теории автоматического управления. Блок-схема системы автоматического управления (САУ). Типы воздействий и объектов управления. Функциональная схема САУ и ее элементы. Классификация систем автоматического управления. Принципы автоматического управления: по возмущению, по отклонению, комбинированный; их преимущества и недостатки. Типовые законы управления. Пример САУ – система стабилизации скорости вращения электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением..

2. Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления

2.1. Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления

Прямое и обратное преобразования Лапласа в теории автоматического управления. Преобразование Фурье и его физический смысл. Математические модели САУ. Типы моделей. Принцип суперпозиции в линейных системах. Линеаризация нелинейных математических моделей. Формы представления моделей систем: модель «вход-выход» и модель в форме уравнений состояния. Связь между указанными формами представления моделей. Понятия управляемости и наблюдаемости САУ. Критерии управляемости и наблюдаемости Р. Калмана. Пример составления математической модели в форме уравнений состояния..

3. Временные и частотные характеристики линейных непрерывных систем автоматического управления и их элементов

3.1. Временные и частотные характеристики линейных непрерывных систем автоматического управления и их элементов

Понятие динамического звена. Типовые динамические звенья. Характеристики динамических звеньев (систем): уравнения динамики, уравнения статики, передаточная функция, переходная функция, весовая функция. Связь между указанными характеристиками. Частотные характеристики динамических звеньев и систем: комплексный коэффициент усиления, амплитудно-частотная характеристика (АЧХ), фазочастотная характеристика (ФЧХ), логарифмические частотные характеристики (ЛАЧХ и ЛФЧХ), амплитудно-фазовая характеристика (годограф). Физический смысл АЧХ и ФЧХ. Связь между комплексным коэффициентом усиления звена и его передаточной функцией. Примеры определения временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев. Минимально- и неминимально-фазовые звенья. Соотношение Боде. Неустойчивые звенья. Звенья с распределенными параметрами. Характеристики звеньев с произвольной передаточной функцией..

4. Структурные схемы линейных непрерывных систем автоматического управления и их преобразование

4.1. Структурные схемы линейных непрерывных систем автоматического управления и их преобразование

Структурная схема САУ и ее элементы. Способы соединения звеньев. Правила преобразования структурных схем. Соотношения между передаточными функциями для

разомкнутых и замкнутых систем. Методика составления структурной схемы (на примере электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением)..

5. Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления

5.1. Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления

Понятие устойчивости САУ (по входному воздействию и по начальным условиям). Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной САУ. Необходимое условие устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости: Гурвица, Ляпунова-Шипара и Рауса. Принцип аргумента. Частотные критерии устойчивости: Михайлова, Найквиста и логарифмический частотный критерий устойчивости. Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе. Структурно-неустойчивые системы..

6. Анализ качества линейных непрерывных систем автоматического управления

6.1. Анализ качества линейных непрерывных систем автоматического управления

Показатели качества линейных непрерывных САУ в установившемся режиме: статическая, кинетическая и динамическая ошибки. Нахождение статической и кинетической ошибок для статической и астатической систем. Прямые показатели качества переходного процесса в линейной непрерывной системе автоматического управления. Косвенные показатели качества переходного процесса. Критерий качества переходного процесса в замкнутой системе по частотным характеристикам разомкнутой системы..

7. Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления

7.1. Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления

Постановка задачи синтеза. Синтез корректирующего устройства методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик: этапы синтеза, правила построения желаемой ЛАЧХ скорректированной системы, определение передаточной функции корректирующего устройства при различных видах коррекции (последовательной, параллельной и коррекции с помощью обратной связи)..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Принципы автоматического управления;
2. Исследование временных и частотных характеристик типовых звеньев систем автоматического управления;
3. Построение частотных характеристик линейных непрерывных систем автоматического управления.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов раздела "Основные понятия, цели и принципы автоматического управления"
2. Обсуждение материалов раздела "Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления"

3. Обсуждение материалов раздела "Временные и частотные характеристики линейных непрерывных систем автоматического управления и их элементов"
4. Обсуждение материалов раздела "Структурные схемы линейных непрерывных систем автоматического управления и их преобразование"
5. Обсуждение материалов раздела "Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления"
6. Обсуждение материалов раздела "Анализ качества линейных непрерывных систем автоматического управления"
7. Обсуждение материалов раздела "Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
Знать:										
основные положения теории управления, принципы и методы построения и преобразования моделей систем управления	ИД-3опк-7	+	+		+			+		Лабораторная работа/Выполнение лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления»
методы анализа и синтеза линейных систем автоматического управления	ИД-3опк-7			+			+	+	+	Контрольная работа/«Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления»
Уметь:										
пользоваться программами, предназначенными для моделирования и исследования систем автоматического управления	ИД-3опк-7			+						Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 «Исследование временных и частотных характеристик типовых звеньев систем автоматического управления»
применять методы расчета систем управления при детерминированных воздействиях	ИД-3опк-7		+	+						Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 «Построение частотных характеристик линейных непрерывных систем автоматического управления» Контрольная работа/«Частотные характеристики минимально-фазовых систем автоматического управления»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Выполнение лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. «Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления» (Контрольная работа)
2. «Частотные характеристики минимально-фазовых систем автоматического управления» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 2 «Исследование временных и частотных характеристик типовых звеньев систем автоматического управления» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 3 «Построение частотных характеристик линейных непрерывных систем автоматического управления» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Д. П. Ким- "Теория автоматического управления", Издательство: "Физматлит", Москва, 2007 - (312 с.)
[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69278;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69278)
2. Теория автоматического управления : учебник по автоматике и телемеханике, вычислительной и информационно-измерительной технике / Л. С. Гольдфарб, и др. ; Ред. А. В. Нетушил . – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Высшая школа, 1976 . – 400 с.;
3. Основы теории управления. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Основы автоматического управления" по направлениям "Автоматизация и управление", "Информатика и вычислительная техника", "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / С. А. Хризолитова, Т. В. Ягодкина, О. С. Колосов, О. А. Бондин, Моск.

энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 72 с. - ISBN 978-5-383-00202-5 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=906>;

4. Державин, О. М. Анализ и синтез непрерывных систем автоматического управления : лабораторный практикум по дисциплинам "Теория автоматического управления", "Основы автоматического управления" по направлениям подготовки бакалавров 27.03.04 "Управление в технических системах", 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника", 12.03.01 "Приборостроение" / О. М. Державин, Е. Ю. Сидорова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2023 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-2800-2 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=12381>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. SimInTech.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Ж-502, Лекционная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-308, Компьютерный класс для лекционных и практических занятий	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-200, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
	М-304а/1, Учебная лаборатория моделирования систем и анализа данных	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный

	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-306, Учебная аудитория	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, стол письменный, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-305, Преподавательская каф. "УиИ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-309, Кладовая	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теории управления

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Выполнение лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» (Лабораторная работа)
- КМ-2 Защита лабораторной работы № 1 «Принципы автоматического управления» (Лабораторная работа)
- КМ-3 «Частотные характеристики минимально-фазовых систем автоматического управления» (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы № 2 «Исследование временных и частотных характеристик типовых звеньев систем автоматического управления» (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита лабораторной работы № 3 «Построение частотных характеристик линейных непрерывных систем автоматического управления» (Лабораторная работа)
- КМ-6 «Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	11	12	13	13
1	Основные понятия, цели и принципы автоматического управления							
1.1	Основные понятия, цели и принципы автоматического управления		+	+				
2	Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления							
2.1	Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления		+	+	+		+	
3	Временные и частотные характеристики линейных непрерывных систем автоматического управления и их элементов							
3.1	Временные и частотные характеристики линейных непрерывных систем автоматического управления и их элементов				+	+	+	+
4	Структурные схемы линейных непрерывных систем автоматического управления и их преобразование							
4.1	Структурные схемы линейных непрерывных систем автоматического управления и их преобразование		+	+				

5	Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления						
5.1	Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления						+
6	Анализ качества линейных непрерывных систем автоматического управления						
6.1	Анализ качества линейных непрерывных систем автоматического управления	+	+				+
7	Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления						
7.1	Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления						+
Вес КМ, %:		5	15	25	15	15	25